

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

US-587

~~US-588~~

Japanese Patent Application Kokai No.08-63713

Published; March 8, 1996

Application No. H06-201132

Filed; August 25, 1994

Inventor; Hitoshi Hirano et al.

Applicant; SANYO ELECTRIC CO., LTD.

Title; Thin Film Magnetic Head

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]

This invention relates to a thin film magnetic head used for a magnetic disk drive etc.

-----

[0005]

[Means for Solving the Problems]

In accordance with the present invention, a thin film magnetic head operable to write data to and/or read data from a magnetic recording medium by moving on and relatively with the medium is provided. A carbon film is formed directly on a slider of the head faced to the magnetic recording medium with the thickness of less than 200 Å.

[0006]

In one preferred embodiment of the present invention the carbon film is formed not only on the slider but also on the side areas of the magnetic head near the edges of the slider. As mentioned above the magnetic head keeps on flying slightly above the surface of the magnetic medium during rotating of the medium and makes a descent when the rotation of the medium is halted and then contact with the medium at one of said side areas of the slider owing to the tilted positioning of the magnetic head to the magnetic medium. In the present invention, the magnetic head is well protected against heavy contacts with the magnetic medium which could be made at halting or restarting the rotation of the medium by the carbon films formed thereon.

[0007]

A carbon film of the present invention may include amorphous diamond film or amorphous diamond-like film, and preferably include amorphous diamond-like film for better slip.

[0008]

Additionally, the hydrogen content in a carbon film is preferably more than 25 atomic percent. A carbon film of less graphite composition and therefore having a high hardness is produced by increasing the hydrogen content of the carbon film to more than 25 atomic percent.

[0009]

[Function]

There have been a problem with a conventional carbon film that it does not contact well with a magnetic head substrate and therefore a silicon layer etc., was interposed between the carbon film and the substrate as an intermediate layer to address the problem (refer, for instance, to Japanese Patent Application Kokai No.H04-276367).

[0010]

The inventor of the present application have found that a good contact of a carbon film with a magnetic head substrate is attainable by forming the carbon film on the magnetic head substrate with the thickness of less than 200 Å. In the present invention the carbon film is formed directly on a slider of the magnetic head with the thickness of less than 200 Å and realizing a good contact thereof with the magnetic head substrate. The contact between the carbon film and the magnetic head substrate becomes poor if the thickness of the carbon film is increased to more than 200 Å.

In such increased thicknesses carbon films would be susceptible to, for instance, the difference of the thermal expansion coefficient between itself and the substrate and consequently, the stress of the carbon films which would affect the contact with the substrate becomes high.-----

[0018]

A carbon film is formed on the magnetic head 33 which is placed on a substrate holder 32 by irradiating plasma generated from the above described plasma generator to the magnetic head 33 through the opening 35 with a plasma source gas such as  $\text{CH}_4$  being fed from a reaction gas conduit 36.

[0019]

Carbon films having a thickness of 50 Å, 100 Å, 200 Å, 250 Å, and 300 Å, respectively, were formed on AlTiC ( $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ ) substrate and were examined for the relation between the thickness thereof and the contact with the magnetic head.-----

[0021]

50 samples of carbon films of each thickness were formed directly on the AlTiC substrate and the contact of the films with the substrate were evaluated by, applying a fixed pushout load (1kg) on each of the films using a Vickers indenter and counting the number of exfoliation occurred to each of the carbon films. The result is shown in Table 1.

[0022]

[Table 1]

Thickness of a carbon film	50 Å	100 Å	200 Å	250 Å	300 Å
Number of flaked sample	0	0	0	25	40

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-63713

(43) 公開日 平成8年(1996)3月8日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 5/31

識別記号

庁内整理番号

H 8940-5D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平6-201132

(22) 出願日

平成6年(1994)8月25日

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 平野 均

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(72) 発明者 蔵本 慶一

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(72) 発明者 堂本 洋一

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 目次 誠 (外1名)

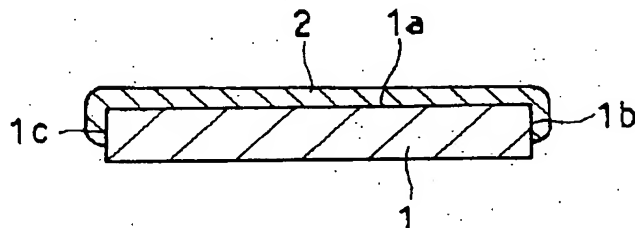
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド

(57) 【要約】

【目的】 磁気ディスク装置等において用いられる薄膜磁気ヘッドの出力、特に高線密度領域での出力を高めることができ、高密度化に対応することができる薄膜磁気ヘッドを得る。

【構成】 薄膜磁気ヘッド1のスライダ面1a上に、膜厚200Å以下の炭素被膜を直接形成することを特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁気記録媒体上を相対的に移動して情報を書き込み及び／または読み出す薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記磁気記録媒体と対向する前記薄膜磁気ヘッドのスライダ面上に膜厚 200 Å 以下の炭素被膜を直接形成したことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】 前記炭素被膜が前記薄膜磁気ヘッドのスライダ面及び該スライダ面の端縁近傍の側面部分に形成されている請求項 1 に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】 前記炭素被膜が非晶質のダイヤモンド状被膜である請求項 1 または 2 に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】 前記炭素被膜に含まれる水素量が 25 原子% 以上である請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の薄膜磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁気ディスク装置等に用いられる薄膜磁気ヘッドに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】薄膜磁気ヘッドは、優れた周波数特性を有し、トラック幅及びビット長を微細化することにより、高密度記録が可能であるため、磁気ディスク装置等の磁気ヘッドとして用いられている。このような薄膜磁気ヘッドは、磁気記録媒体が起動し回転している際、磁気記録媒体からわずかに浮き上がっており、薄膜磁気ヘッドのスライダ面と磁気記録媒体との間には潤滑空気膜が形成されている。しかしながら、磁気記録媒体の起動を停止すると、薄膜磁気ヘッドのスライダ面が磁気記録媒体と直接に接する状態となる。従って、薄膜磁気ヘッドのスライダ面には、耐摩耗性が要求される。また、磁気抵抗効果素子等から構成される薄膜トランスデューサの部分は腐食し易いため、この部分を保護する必要が生じる。このような薄膜磁気ヘッドの耐摩耗性及び耐食性等を向上する目的で、特公平 6-18054 号公報では、薄膜磁気ヘッドのスライダ面上に二硫化モリブデンなどの被膜を保護膜として形成する方法が提案されている。ここでは、薄膜磁気ヘッドのスライダ面上にスパッタリング法により膜厚 200 ～ 800 Å の二硫化モリブデン、または炭素などの被膜を形成する方法が開示されている。このような薄膜の形成により、耐摩耗性及び耐食性等の向上を図ることができる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、近年、磁気ディスク等を用いる磁気記録においては、さらに高密度化が要望されている。薄膜磁気ヘッドをこのような高密度化に対応させるためには、出力、特に高線密度領域での出力を高めることが必要となる。従来の薄膜磁気ヘッドは、このような出力特性の面からは必ずしも充分ではなく、高密度化に対応することができる薄膜磁気ヘ

ッドの開発が要望されている。

【0004】本発明の目的は、出力、特に高線密度領域での出力を高めることができ、高密度化に対応することができる薄膜磁気ヘッドを提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明に従う薄膜磁気ヘッドは、磁気記録媒体上を相対的に移動して情報を書き込み及び／または読み出す薄膜磁気ヘッドであり、磁気記録媒体と対向する薄膜磁気ヘッドのスライダ面上に膜厚 200 Å 以下の炭素被膜を直接形成したことを特徴としている。

【0006】本発明に従う好ましい実施態様の 1 つにおいては、炭素被膜は、薄膜磁気ヘッドのスライダ面のみならず、スライダ面の端縁近傍の側面部分にも形成されている。上述のように、磁気記録媒体が起動し回転しているときには、薄膜磁気ヘッドが磁気記録媒体の表面からわずかに浮いた状態であるが、起動が停止すると薄膜磁気ヘッドは磁気記録媒体と接する状態となる。このときに、薄膜磁気ヘッドは磁気記録媒体に対しやや傾斜した状態であるため、薄膜磁気ヘッドのスライダ面の一方の端縁近傍部分が磁気記録媒体と接触する。本実施態様に従い、このような端縁近傍の側面部分を炭素被膜によって被覆することにより、磁気記録媒体の起動の開始及び停止の際の激しい接触に対しても薄膜磁気ヘッドを有効に保護することができる。

【0007】本発明において形成する炭素被膜としては、結晶質のダイヤモンド及び非晶質のダイヤモンド状被膜が含まれるが、滑性の面からは、非晶質ダイヤモンド状被膜が好ましい。

【0008】また、炭素被膜に含まれる水素量は、25 原子% 以上であることが好ましい。水素量を 25 原子% 以上とすることにより、グラファイト成分が少なく高い硬度を有する炭素被膜が得られる。

## 【0009】

【作用】従来、薄膜磁気ヘッドに炭素被膜等の保護膜を形成する場合、薄膜磁気ヘッド基板との密着性が問題となった。従って、このような密着性改善のため、薄膜磁気ヘッド基板と炭素被膜との間にシリコンなどからなる中間層を一般に介在させている（例えば、特開平 4-276367 号公報）。

【0010】しかしながら、炭素被膜の膜厚と密着性との関係について詳細に検討した結果、本発明者らは炭素被膜の膜厚を 200 Å 以下とすることにより、薄膜磁気ヘッド基板に対して密着性のよい炭素被膜が形成されることを見出した。すなわち、本発明では、膜厚 200 Å 以下の炭素被膜を直接薄膜磁気ヘッドのスライダ面上に形成し、密着性の良好な炭素被膜としている。炭素被膜の膜厚が 200 Å より大きくなると、基板との熱膨張係数などの違いの影響を大きく受けるようになり、応力が増加し密着性が悪くなる。

## 【0011】

【実施例】図1～図3は、本発明に従う一実施例の薄膜磁気ヘッドを示している。図3は斜視図であり、図1は図3に示すA-A線に沿う断面図、図2は図3に示すB-B線に沿う断面図である。図1及び図2を参照して、薄膜磁気ヘッド1の磁気記録媒体と対向するスライダ面1aの上には、炭素被膜2が形成されている。薄膜磁気ヘッド1の両端縁部分には、レール部10及び11が形成されている。炭素被膜2は、スライダ面1aのみならず、スライダ面1aの端縁の近傍の側面部分1b 10～1eの部分をも覆うように形成されている。

【0012】図4は、薄膜磁気ヘッド1のスライダ面1aの端縁近傍部分を示す部分断面図である。図4に示すように、炭素被膜2は、スライダ面1a及びスライダ面1aの端縁1f近傍の側面部分1cを覆うように形成されている。端縁部分1cを覆う炭素被膜2の端縁1fからの長さXは、薄膜磁気ヘッドの形状や大きさ等により適宜選択されるものであるが、一般には、 $5\mu\text{m}$ ～ $150\mu\text{m}$ 程度の範囲となるように形成されることが好ましい。側面部分1cを覆う炭素被膜2の膜厚は、ス 20ライダ面1aを覆う炭素被膜2と同等あるいはそれ以下の厚みで通常形成される。従って、一般には $200\text{\AA}$ 以下の膜厚であることが好ましい。

【0013】図5は、本発明に従う実施例において炭素被膜を形成するための装置を示す概略断面図である。図5を参照して、真空チャンバ28には、プラズマ発生室24が設けられている。プラズマ発生室24には、導波管22の一端が取り付けられている。導波管22の他方端には、マイクロ波供給手段21が設けられている。マイクロ波供給手段21で発生したマイクロ波は、導波管 3022及びマイクロ波導入窓23を通してプラズマ発生室24に導かれる。プラズマ発生室24には、プラズマ発生室24内にアルゴン(Ar)ガスなどの放電ガスを導入させるための放電ガス導入管25が設けられている。プラズマ発生室24の周囲には、プラズマ磁界発生装置26が設けられている。マイクロ波による高周波磁界と、プラズマ磁界発生装置26からの磁界を作用させることにより、プラズマ発生室24内に高密度のプラズマが形成される。

【0014】真空チャンバ28内には筒状の基板ホルダ 4032が設けられている。この基板ホルダ32は、真空チャンバ28の壁面に対し垂直に設けられた軸(図示せず)のまわりに回転自在に設けられている。基板ホルダ32の周囲には、複数の薄膜磁気ヘッド33が等しい間隔で装着されている。基板ホルダ32には、高周波電源30が接続されている。

【0015】基板ホルダ32の周囲には、金属製の筒状のシールドカバー34が所定の距離隔てて設けられている。このシールドカバー34は、接地電極に接続されている。このシールドカバー34は、被膜を形成すると 50

き、基板ホルダ32に印加されるRF電圧によって被膜形成箇所以外の基板ホルダ32と真空チャンバ28との間で放電が発生するのを防止するため設けられている。基板ホルダ32とシールドカバー34との間の間隙は、気体分子の平均自由行程以下の距離となるように配置されており、本実施例では気体分子の平均自由行程の $1/10$ 以下である約 $5\text{mm}$ の距離となるように配置されている。

【0016】シールドカバー34には、開口部35が形成されている。この開口部35を通して、プラズマ発生室24から引き出されたプラズマが基板ホルダ32に装着された薄膜磁気ヘッド33に放射される。真空チャンバ28内には、反応ガス導入管36が設けられている。この反応ガス導入管36の先端は、開口部35の上の方に位置する。

【0017】図6は、この反応ガス導入管36の先端部分近傍を示す平面図である。図6を参照して、反応ガス導入管36は、外部から真空チャンバ内に $\text{CH}_4$ ガスなどの原料ガスを導入するためのガス導入部36aと、このガス導入部36aと垂直に接続されたガス放出部36bとから構成されている。ガス放出部36bは、基板ホルダ32の回転方向Aに対して垂直に配置され、開口部35の上方の回転方向の上流側に位置するように設けられている。ガス放出部36bには、下方に向けて約 $45$ 度の方向に複数の孔41が形成されている。本実施例では、8個の孔41が形成されている。

【0018】以上のようなECRプラズマ発生装置を用い、プラズマ発生室24から引き出されたプラズマを、開口部35を通して、基板ホルダ32に装着された薄膜磁気ヘッド33上に放射し、反応ガス導入管36からの $\text{CH}_4$ などの原料ガスを供給することによって、薄膜磁気ヘッド33上に炭素被膜を形成する。

【0019】炭素被膜の膜厚と密着性との関係について検討するため、薄膜磁気ヘッドの基板として用いられるアルチック( $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiC}$ )基板の上に、種々の膜厚の炭素被膜を上記図5に示す装置を用いて形成した。炭素被膜の膜厚は、 $50\text{\AA}$ 、 $100\text{\AA}$ 、 $200\text{\AA}$ 、 $250\text{\AA}$ 、及び $300\text{\AA}$ とした。

【0020】真空チャンバ28内をまず $10^{-5}\sim 10^{-7}\text{Torr}$ に排気し、基板ホルダ32を約 $10\text{rpm}$ の速度で回転させ、放電ガス導入管25からArガスを $5.7\times 10^{-4}\text{Torr}$ で供給した。マイクロ波供給手段21からは、 $2.45\text{GHz}$ 、 $100\text{W}$ のマイクロ波を供給して、プラズマ発生室24内にArプラズマを形成し、このArプラズマを開口部35を通して、アルチック基板の表面上に放射した。これと同時に、アルチック基板33に発生する自己バイアスが $-50\text{V}$ となるように、高周波電源30から $13.56\text{MHz}$ のRF電圧を基板ホルダ32に印加し、反応ガス導入管36から $\text{CH}_4$ ガスを $1.3\times 10^{-3}\text{Torr}$ で供給した。以上の

工程における薄膜堆積の時間を変えることにより、炭素被膜の膜厚を、上記のように変化させたものを作製した。

【0021】以上のようにして、炭素被膜の膜厚の異なるサンプルをそれぞれ50個作製し、炭素被膜の密着性を評価した。密着性の評価は、ピッカース圧子を用いた\*

炭素膜厚	50 Å	100 Å	200 Å	250 Å	300 Å
剥離発生個数 (個)	0	0	0	25	40

【0023】表1から明らかなように、炭素被膜の膜厚が200 Å以下の場合、炭素被膜の剥離が全く認められなかったのに対し、200 Åより厚くなると、炭素被膜の剥離が認められた。

【0024】また、上記と同様にして炭素被膜の膜厚を400 Å以上にして炭素被膜を直接アルチック基板上に形成すると、炭素被膜形成後の状態において、すでに炭素被膜の剥離が生じており、自然剥離が生じることがわかった。なお、炭素被膜中の水素含有量はいずれの膜厚のものも30原子%であった。

#### 【0025】実施例1及び2

上記と同様にして薄膜磁気ヘッドの上に炭素被膜を形成した。実施例1では炭素被膜の膜厚を120 Åとし、実施例2では炭素被膜の膜厚を200 Åとした。また、比較例1として、膜厚380 Åの炭素被膜を形成したものを作製した。なお、比較例1では、膜厚20 ÅのSiからなる中間層を形成し、この中間層の上に炭素被膜を形成した。なお、この中間層は、スパッタリング法により形成し、中間層を形成した薄膜磁気ヘッドを基板ホルダ32に装着し、図5に示す装置で炭素被膜を形成した。

【0026】以上のようにして得られた実施例1及び2並びに比較例1の薄膜磁気ヘッドについて、線密度とヘッド出力との関係について測定した。測定結果を図7に示す。図7に示されるように、炭素被膜の膜厚が200 Å以下である実施例1及び2は、高いヘッド出力を示しており、特に線密度50 k f c i以上において高い出力を示している。

【0027】次に、実施例1及び2並びに比較例1の薄膜磁気ヘッドについて、摩耗試験を行った。摩耗試験は、一定荷重(100 g f)を加えたアルミナ球(φ10 mm)でサンプル表面を摩擦することにより行った。摩耗試験の結果を表2に示す。

【0028】表2では、比較のため中間層及び炭素被膜を形成していない母材の摩擦量を1としている。

#### 【0029】

##### 【表2】

	実施例1	実施例2	比較例1	被膜なし
摩耗量	0.59	0.61	0.60	1

\*一定荷重(荷重=1 kg)の押し込み試験により行った。アルチック基板上に直接形成した炭素被膜の剥離が発生した個数を数え、密着性の評価とした。結果を表1に示す。

#### 【0022】

##### 【表1】

※【0030】表2から明らかなように、炭素被膜を200 Å以下の膜厚で直接薄膜磁気ヘッドのスライダ面上に形成した実施例1及び2においても、比較例1と同様の耐摩耗性を有していることがわかる。

【0031】また、実施例1及び2並びに比較例1の薄膜磁気ヘッドについて耐食試験を行った。耐食試験は、腐食溶液として塩化鉄水溶液を用い、その中に薄膜磁気ヘッドを浸漬し、暴露することにより行った。所定時間腐食溶液に薄膜磁気ヘッドを暴露した後のヘッド抵抗値を測定して評価した。この結果、実施例1及び2の薄膜磁気ヘッドも、比較例1の薄膜磁気ヘッドと同程度の耐食性を有することが確認された。

#### 【0032】

【発明の効果】本発明の薄膜磁気ヘッドでは、薄膜磁気ヘッドのスライダ面上に膜厚200 Å以下の炭素被膜を直接形成している。炭素被膜の膜厚を200 Å以下とすることにより、薄膜磁気ヘッドとの熱膨張係数等の差異によって生じる応力を少なくすることができ、剥離を生じることなく炭素被膜を直接に形成させることが可能となった。従って、本発明の薄膜磁気ヘッドは、中間層の形成が不要であり、より簡易な製造工程で製造することができる。

【0033】また薄膜磁気ヘッドのスライダ面上に形成される保護膜の膜厚が非常に薄いため、薄膜トランスデューサ等の磁気感応部分を磁気記録媒体により近づけることができ、出力、特に高線密度領域での出力を高めることができ、記録再生における高密度化を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図3のA-A線に沿う断面図。

【図2】図3のB-B線に沿う断面図。

【図3】本発明に従う一実施例の薄膜磁気ヘッドを示す斜視図。

【図4】本発明における好ましい実施態様の薄膜磁気ヘッドのスライダ面の端縁近傍を示す部分拡大断面図。

【図5】本発明の実施例において炭素被膜を形成する装置の一例を示す概略断面図。

【図6】図5に示す装置の開口部近傍を示す平面図。

【図7】本発明に従う実施例のヘッド出力を示す図。

【符号の説明】



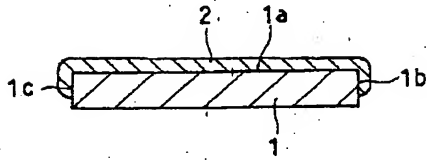
1…薄膜磁気ヘッド

1a…薄膜磁気ヘッドのスライダ面

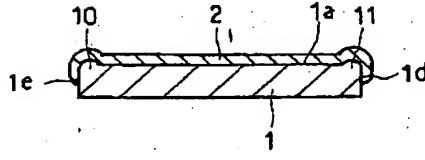
\* 1b~1e…薄膜磁気ヘッドの側面部分

\* 2…炭素被膜

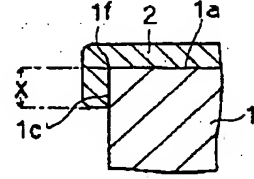
【図1】



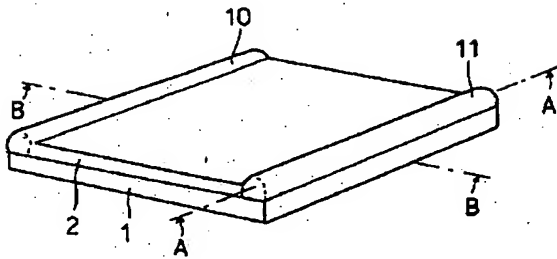
【図2】



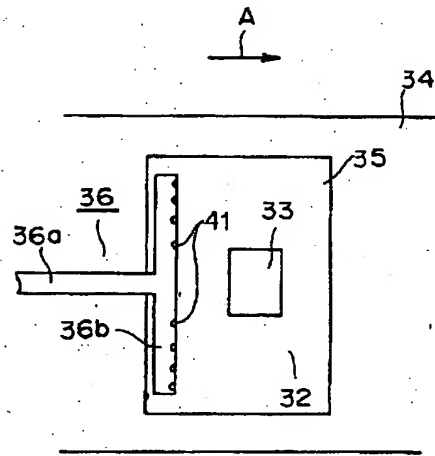
【図4】



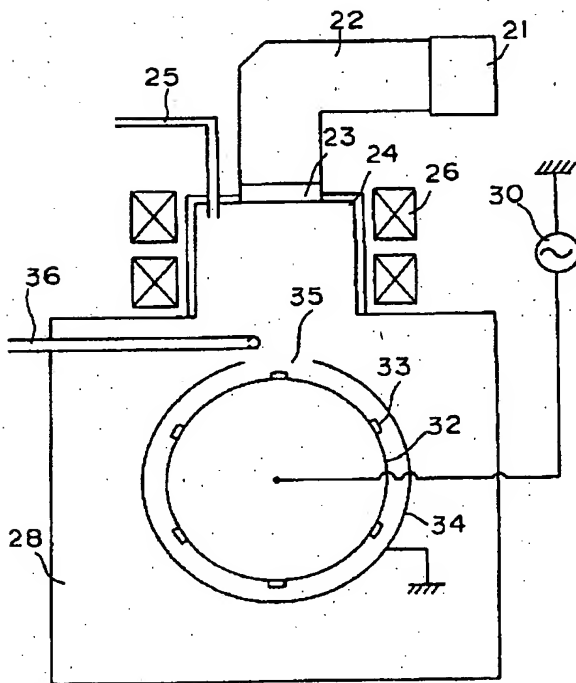
【図3】



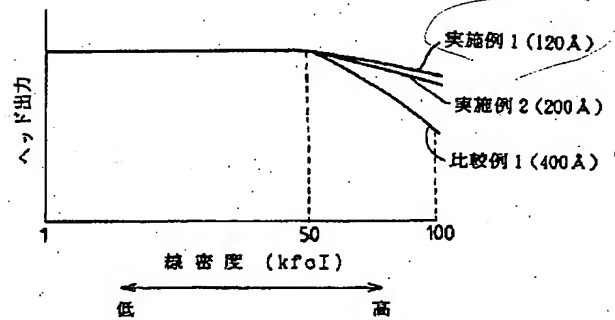
【図6】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 木山 精一  
 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三  
 洋電機株式会社内